

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

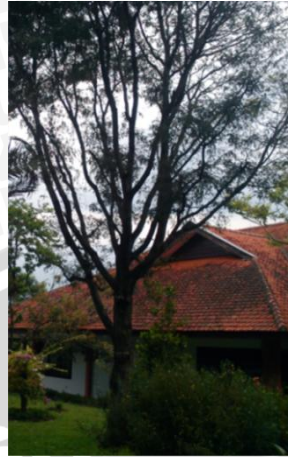
2.1 Tanaman Asam

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Asam (Doughari, 2006; Rukmana, 2005)

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Divisi</i>	: <i>Spermatophyta</i>
<i>Subdivisi</i>	: <i>Angiospermae</i>
<i>Kelas</i>	: <i>Dicotyledonae</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Leguminosales</i>
<i>Famili</i>	: <i>Leguminocae (Fabaceae)</i>
<i>Subfamili</i>	: <i>Caesalpiniaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Tamarindus</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Tamarindus indica Linn.</i>

2.1.2 Deskripsi Tanaman Asam

Tanaman asam bukan tanaman asli Indonesia. Beberapa literatur menyebutkan bahwa tanaman asam merupakan tanaman asli Gurun Sahara Selatan dan India. Orang Arab dan Persia menyebut asam dengan *tamar hindi*, artinya kurma India. Tanaman asam banyak ditanam di berbagai wilayah di Indonesia. Tanaman ini mempunyai banyak nama daerah, antara lain asam jawa (Indonesia), *asem* (Sunda, Jawa), *acem* (Madura), *celagi* (Bali), dan *camba* (Makasar). *Tamarind*, *tamarindo*, *tamarin*, dan *sampalok* merupakan nama umum tanaman asam yang dikenal di dunia (Rukmana, 2005). Tanaman asam dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Tanaman Asam

Tanaman asam berumur panjang, lebih dari 200 tahun. Tinggi pohon antara 25-30 m dengan lingkaran batang lebih dari 7 m. Pohon kuat dan kekar, kulit batang berwarna coklat keabu-abuan dan tidak rata permukaannya. Cabang-cabang tanaman tidak mudah patah oleh angin dan badai. Tanaman ini selalu menghijau dengan bentuk habitus (kanopi) yang indah dan tajuk seperti kubah besar, berdaun lebat, halus, dan ringan. Daun asam disebut sinom. Bentuk daun mirip dengan daun petai, yakni bulat memanjang, kecil, dan tipis. Warna daun hijau muda sampai hijau tua. Helaian daun tersusun dalam tangkai daun. Duduk daun berhadap-hadapan seperti berpasang-pasangan (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Daun Asam

Bunga tanaman asam termasuk bunga majemuk, berwarna kuning pucat dan kemerah-merahan. Bunga akan membentuk buah setelah melalui proses penyerbukan sendiri atau penyerbukan silang dengan bantuan angin dan serangga. Tanaman asam dapat berbuah pada umur 13 tahun, meskipun ada juga yang dapat berbuah pada umur 6-8 tahun. Tanaman asam yang sudah tua dapat menghasilkan buah sebanyak 180-225 kg per pohon. Buah asam berbentuk polong tipis, berukuran panjang 12-15 cm, dengan berat 15-20 g. Polong (buah) asam pada umumnya berbentuk bengkok. Kulit polong berwarna seperti karat besi, tipis, dan mudah pecah retak. Di dalam polong terdapat daging buah (*pulp*) yang membungkus biji. Daging buah berwarna cokelat sampai cokelat tua atau merah. Buah berukuran panjang mencapai 15 cm dan dapat berisi banyak biji, yaitu sampai 15 butir. Buah asam yang telah masak disebut *kawak*. Biji asam disebut *klungsu*, berbentuk bulat telur dan gepeng, serta bertekstur keras. Biji berukuran panjang 15 mm dan berwarna hitam mengkilap (Rukmana, 2005).

2.1.3 Kandungan Kimia Tanaman Asam

Daun asam banyak mengandung *flavonoid* (Maryani, 2004). Daun dan kulit pohon asam kaya akan *tanin*. Daun asam merupakan sumber vitamin C, *β -carotene*, dan kandungan mineralnya tinggi, seperti potasium, fosfor, kalsium, dan magnesium (De Kaluwe, 2010). Serbuk daun asam yang dimaserasi dengan etanol kemudian dilakukan identifikasi fitokimia menunjukkan adanya *flavonoid*, *tanin*, *glikosida*, dan *saponin* (Mun'im, 2009). Kulit biji mengandung *phlobtamin*, sedangkan bijinya mengandung pati dan *albuminoid*. Buahnya mengandung asam anggur, asam apel, *asam sitrat*, *asam suksinat*, *asam tartat*, dan protein (Maryani, 2004). Buah yang masak mengandung kalori, protein, lemak,

karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A dan B1 serta C (Agromedia, 2008). Daging buah yang rasanya manis asam, rasa asam berasal dari asam tartar (De Kaluwe, 2010).

2.1.4 Manfaat Tanaman Asam

Hampir semua bagian tanaman asam dapat digunakan untuk berbagai keperluan sehingga tanaman ini disebut dengan tanaman multiguna. Pohon kayu asam banyak digunakan untuk membuat kerajinan, hiasan, sarung keris, dan lain-lain. Bunga tanaman asam merupakan sumber madu yang penting bagi pengembangan budidaya lebah madu. Biji asam dapat digiling dan dijadikan makanan ternak. Daging buah asam (*pulp*) dimanfaatkan untuk bumbu masak dan campuran bahan obat tradisional. Buah Asam banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman seperti es krim, selai, manisan, atau gula-gula, sirup dan jamu (Rukmana, 2005). Buah muda sering digunakan sebagai bumbu dalam pembuatan sayur asam. Daun asam muda yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan sayuran dan bahan pembuatan minuman yang dikenal sebagai *minuman sinom* (Suprapti, 2005). Daun asam jawa secara tradisional digunakan untuk berbagai penyakit, seperti *konstipasi*, *dyspepsia*, dan infeksi saluran cerna. Daun asam juga dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri dan antidiabetes (Mun'im, 2009).

2.1.5 Sifat Antibakteri Daun asam

Menurut Mun'im (2009), identifikasi fitokimia terhadap daun asam menunjukkan adanya *flavonoid*, *tanin*, *saponin* dan *alkaloid*. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing senyawa tersebut:

2.1.5.1 Alkaloid

Alkaloid merupakan zat sekunder pada tumbuhan. *Alkaloid* bersifat basa dan mengandung satu atau lebih atom nitrogen. *Alkaloid* memiliki sifat basa pH > 7 dan rasanya pahit (Lutfiyanti dkk., 2012).

Alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri yang mekanismenya diduga dengan cara mengganggu komponen penyusun *peptidoglycan* pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut (Mutmainnah, 2012).

2.1.5.2 Saponin

Saponin adalah senyawa aktif yang kuat dan menimbulkan busa jika digosok dalam air sehingga bersifat seperti sabun dan mempunyai kemampuan antibakteri. *Saponin* dapat meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri sehingga dapat mengubah struktur dan fungsi membran, menyebabkan *denaturasi* protein membran sehingga membran sel akan rusak dan lisis. *Saponin* memiliki molekul yang dapat menarik air (*hydrophilic*) dan molekul yang dapat melarutkan lemak (*lipophilic*) sehingga dapat menurunkan tegangan permukaan sel yang akhirnya menyebabkan kehancuran kuman (Rosilawati dkk., 2010).

2.1.5.3 Tanin

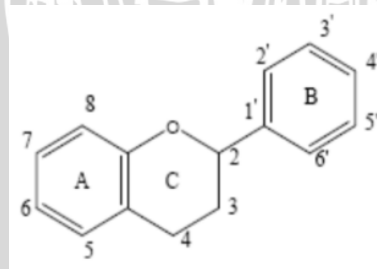
Tanin secara umum didefinisikan sebagai senyawa *polifenol* yang memiliki berat molekul cukup tinggi dan dapat membentuk kompleks dengan protein (Malangngi dkk., 2012). Senyawa *fenol* yaitu senyawa dengan gugus -OH yang terikat pada karbon cincin aromatik (Kuntorini dkk., 2011).

Mekanisme *tanin* sebagai antibakteri diperkirakan karena adanya sifat toksin *tanin* yang dapat merusak membran sel bakteri. Senyawa astringen *tanin*

dapat menginduksi pembentukan kompleks senyawa ikatan terhadap enzim atau substrat mikroba yang dapat menambah daya toksin *tanin* itu sendiri. *Tanin* diduga dapat mengkerutkan dinding sel atau membran sel sehingga mengganggu permeabilitas sel bakteri. Terganggunya permeabilitas sel mengakibatkan sel tidak dapat melakukan aktivitas hidup sehingga pertumbuhan bakteri terhambat atau bahkan mati. *Tanin* juga mempunyai daya antibakteri dengan cara mempresipitasi protein dan destruksi atau inaktivasi fungsi materi genetik (Juliantina dkk., 2009).

2.1.5.4 Flavonoid

Turunan senyawa *fenol* merupakan metabolit sekunder terbesar yang diproduksi oleh tanaman. Golongan senyawa *fenol* alami yang terbesar adalah *flavonoid* (Widyastuti, 2010). *Flavonoid* adalah *polifenol* yang terdistribusi secara luas ke dalam buah dan sayuran (Hidalgo, 2010). *Flavonoid* merupakan senyawa dengan bobot molekul rendah dan memiliki struktur dasar $C_6C_3C_6$, yaitu terdiri atas 2 buah cincin benzena yang dihubungkan dengan 3 karbon (Gambar 2.3) (Widyastuti, 2010).



Gambar 2.3 Struktur *Flavonoid* (Widyastuti, 2010)

Flavonoid merupakan senyawa *fenol* yang bersifat desinfektan yang bekerja dengan cara mendenaturasi protein yang dapat menyebabkan aktivitas

metabolisme sel bakteri berhenti karena semua aktivitas metabolisme sel bakteri dikatalis oleh suatu enzim yang merupakan protein. Berhentinya aktivitas metabolisme ini akan mengakibatkan kematian sel bakteri (Rosilawati dkk., 2010). *Flavonoid* mampu membentuk senyawa kompleks terhadap protein ekstraseluler sehingga mengganggu integritas membran sel bakteri (Mutmainnah, 2012). *Flavonoid* juga mampu menghambat sintesis dinding sel bakteri (Rosilawati dkk., 2010).

2.2 *Streptococcus mutans*

2.2.1 Klasifikasi *Streptococcus mutans* (Firman, 2012; Samaranyake, 2006)

Kingdom : Monera

Division : Firmicutes

Class : Bacilli

Order : Lactobacilales

Family : Streptococcaceae

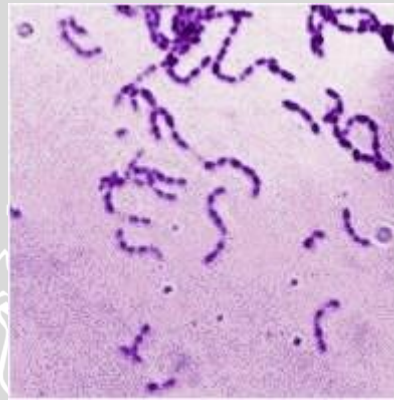
Genus : Streptococcus

Species : Streptococcus mutans

2.2.2 Definisi *Streptococcus mutans*

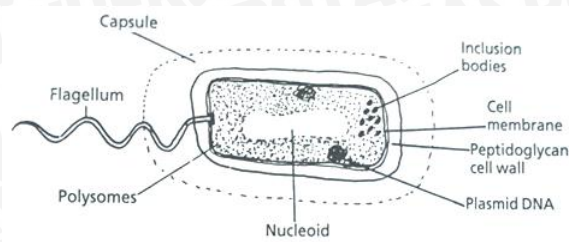
Streptococcus mutans merupakan organisme *prokaryotic*, mempunyai kromosom tunggal, dan molekul rantai DNA ganda yang berbentuk *circular*. *Streptococcus mutans* termasuk ke dalam bakteri fakultatif anaerob, *α-haemolytic*, dan *catalase-negative*. Bentuk *Streptococcus mutans* ditentukan oleh kekakuan dinding sel. *Streptococcus mutans* berbentuk *cocci* (bulat dengan ukuran 0,2-5 mikrometer) yang menyusun rantai sehingga disebut *streptococci*. Berdasarkan pewarnaan pada dinding sel bakteri yang dipelopori oleh seorang

dokter asal Denmark, Christian Gram, *Streptococcus mutans* termasuk dalam kelompok menjadi *Gram-positive*. *Streptococcus mutans* menempati seperempat dari total flora yang ada pada *plaque supragingiva* dan *subgingiva* serta setengah dari *isolate* pada lidah dan *saliva*. *Streptococcus mutans* bereproduksi dengan cara *binary fission* yaitu satu sel induk membelah diri menjadi dua sel yang sama (Samaranayake, 2006). Berikut adalah gambar *Streptococcus mutans* yang dilihat menggunakan mikroskop dengan pembesaran 1000x:



Gambar 2.4 *Streptococcus mutans* (Todaro, 2008)

Streptococcus mutans merupakan agen mayor terjadinya karies gigi. *Streptococcus mutans* mempunyai kemampuan memproduksi polisakarida ekstraseluler yang lengket dalam jumlah besar dari makanan berkarbohidrat. Polisakarida ekstraseluler menyebabkan *Streptococcus mutans* menempel kuat pada enamel dan antar *Streptococcus mutans* itu sendiri (Samaranayake, 2006). Struktur *Streptococcus mutans* terdiri dari struktur yang ada di luar dinding sel, dinding sel, membran sitoplasma, dan sitoplasma (Gambar 2.5). Penjelasan dari masing-masing struktur *Streptococcus mutans* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5 Struktur Bakteri *Gram-positive* (Heritage *et al.*,2000)

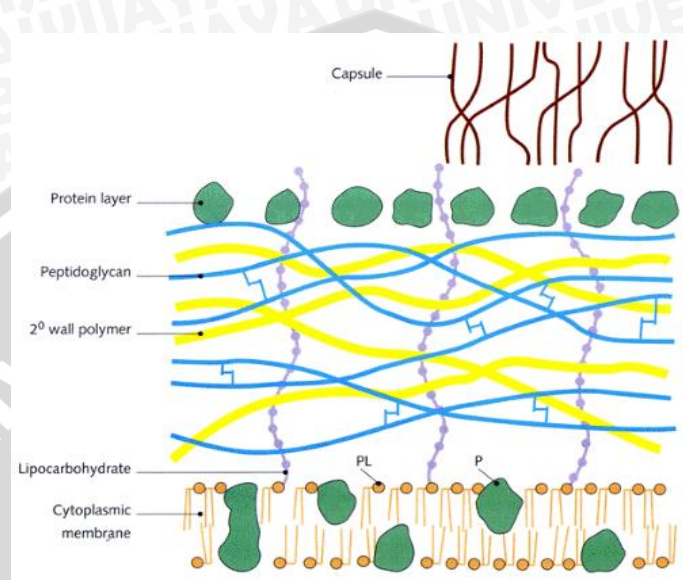
2.2.2.1 Struktur di Luar Dinding Sel

Struktur di luar dinding sel bakteri terdiri dari *flagella*, *glycocalyx*, dan kapsul. *Flagella* adalah filamen seperti cambuk yang menyebabkan bakteri dapat bergerak ke sumber nutrisi. Filamen ini terdiri dari banyak subunit protein tunggal (*flagellin*). *Glycocalyx* merupakan lapisan tipis polisakarida yang menutupi permukaan luar bakteri. Struktur ini berfungsi sebagai perlindungan dan menyebabkan bakteri bisa menempel kuat pada mukosa dan gigi. Struktur yang lainnya, kapsul, adalah lapisan gelatin *amorphous* yang mengelilingi bakteri dan terdiri dari polisakarida. Kapsul berfungsi memediasi perlekatan bakteri ke jaringan manusia dan *prosthesis* untuk berkolonisasi dan menginfeksi.

2.2.2.2 Dinding Sel

Dinding sel merupakan struktur berlapis-lapis di luar membran sitoplasma, berpori dan permeabel terhadap substansi yang berat molekulnya rendah. Dinding sel memberi kekakuan pada sel bakteri dan memberi bentuk bakteri. Lapisan di dalam dinding sel terbuat dari *peptidoglycan* dan ditutupi oleh membran luar yang ketebalan dan komposisi kimianya bervariasi tergantung pewarnaan Gram. *Peptidoglycan* merupakan gabungan dari kata *peptides* dan *glycan* (gula). Nama lain *peptidoglycan* adalah *murein* dan *mucopeptide*. Lapisan *peptidoglycan* pada bakteri *Gram-positive* lebih tebal daripada *Gram-negative*

(Samaranayake, 2006). Struktur dinding sel bakteri Gram-positif dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.6 Struktur Dinding Sel Bakteri Gram-Positive (Bagg et al., 2006)

Keterangan:
 PL=phospholipid
 P = protein

2.2.2.3 Membran Sitoplasma

Membran sitoplasma terletak lebih di dalam daripada lapisan *peptidoglycan* dinding sel. Komposisinya terdiri dari *phospholipid bilayer* yang penampakkannya seperti sel *eukaryote*. Membran sitoplasma berisi *mesosom*, yaitu invaginasi berlekuk-lekuk sebagai tempat menempel DNA yang merupakan materi genetik (Samaranayake, 2006).

Fungsi membran sel (Samaranayake, 2006):

1. Transpor aktif dan difusi selektif molekul dan larutan ke dalam dan ke luar sel.
2. Transpor elektron dan *fosforilasi oksidatif* pada spesies aerobik.
3. Sintesis prekursor dinding sel.

4. Sekresi enzim dan toksin.
5. Menyokong reseptor dan protein sistem *chemotactic* dan transduksi.

2.2.2.4 Sitoplasma

Sitoplasma terdiri dari *nukleoid*, *ribosom*, dan *inklusi* sitoplasma. *Nukleoid* berisi DNA yang terdiri dari kromosom tunggal dan *circular*. Di dalam DNA terdapat kurang lebih 2000 gen. *Ribosom* yang terdapat pada bakteri merupakan ribosom 70s yang berfungsi sebagai tempat sintesis protein. *Inklusi* sitoplasma berfungsi sebagai sumber energi yang tersimpan seperti *polymetaphosphate*, *polysaccharide* dan *hydroxybutyrate*. (Samaranayake, 2006):

2.3 Karies

2.3.1 Definisi Karies

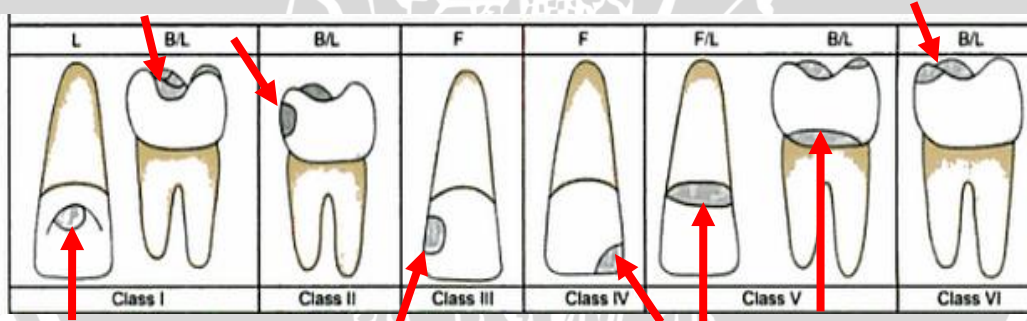
Karies merupakan kerusakan jaringan gigi yang terlokalisir akibat fermentasi karbohidrat oleh bakteri (Samaranayake, 2006). Karies gigi merupakan infeksi kronis pada enamel dan dentin karena mikroorganisme (Bagg *et al.*, 2006). Lesi primer karies gigi berbatas jelas, berwarna putih seperti kapur (*chalkywhite*) (Bagg *et al.*, 2006). Lesi inisial berupa *white spot* terjadi akibat demineralisasi enamel. Lesi ini *reversible* dan dapat ter remineralisasi. Lesi yang berkembang mengakibatkan permukaan gigi menjadi kasar kemudian terjadi kavitas dan *irreversible*. Jika lesi tidak dirawat maka kavitas meluas ke dentin, merusak pulpa, kemudian menimbulkan abses periapikal dan infeksi *purulen* (Samaranayake, 2006).

2.3.2 Klasifikasi Karies

2.3.2.1 Klasifikasi Karies Menurut G.V. Black (Heasman, 2008)

G.V. Black mengklasifikasikan lesi karies menurut lokasi (Gambar 2.7), yaitu sebagai berikut:

- Class I* = Karies di *pit* dan *fissure*, terutama di permukaan *occlusal* gigi molar atau premolar, walaupun bisa di *buccal fissure* atau *palatal fissure*.
- Class II* = Karies di permukaan proksimal gigi molar atau premolar.
- Class III* = Karies di permukaan proksimal gigi *incisor* atau *canine*.
- Class IV* = Karies di permukaan proksimal gigi *incisor* atau *canine* yang meluas ke *incisal edge*.
- Class V* = Kavitas terdapat pada permukaan *cervical* gigi.
- Class VI* = Merupakan tambahan terhadap klasifikasi yang asli, merupakan keausan ujung *occlusal cusp* atau *incisal cusp*.



Gambar 2.7 Klasifikasi Karies Menurut G.V. Black (Chaudhary and Chaudhary, 2012)

Keterangan:

L = Lingual

B = Bukal

F = Fasial

2.3.2.2 Klasifikasi Karies Menurut Mout and Hume (Chaudhary and Chaudhary, 2012)

Karies menurut Mout dan Hume diklasifikasikan berdasarkan *site and size* (Tabel 2.1). *Site* ditentukan berdasarkan lokasi *lesi*, sedangkan *size* dinilai berdasarkan perkembangan *lesi*.

Tabel 2.1 Klasifikasi Karies Menurut Mout and Hume

Site	Size			
	1	2	3	4
1	1.1	1.2	1.3	1.4
2	2.1	2.2	2.3	2.4
3	3.1	3.1	3.2	3.3

Keterangan:

Site:

- 1 = *Pit dan fissure*
- 2 = *Permukaan proksimal*
- 3 = *cervical area*

Size :

- 1 = *Minimum*
- 2 = *Moderat*
- 3 = *Enlarged*
- 4 = *Ekstensif*

Site pada Lesi Karies

- Site 1 = kerusakan *pits, fissures*, dan enamel di permukaan *occlusal* gigi posterior atau di permukaan lain yang halus, seperti di *pits singulum* pada gigi anterior.
- Site 2 = kerusakan enamel *approximal* di bawah daerah titik kontak dengan gigi sebelahnya.
- Site 3 = kerusakan sepertiga *cervical* mahkota atau mengikuti resesi *gingiva*, akar gigi terlihat secara klinis.

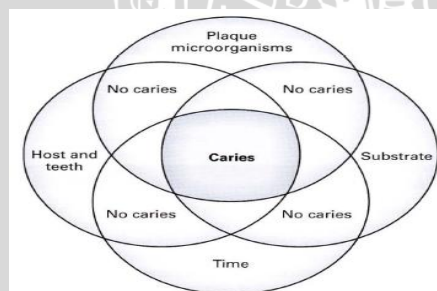
Size pada Lesi Karies

- Size 1 = keterlibatan minimum (sedikit) dentin. Perawatannya dengan remineralisasi oleh gigi itu sendiri.

- Size 2 = keterlibatan moderat (sedang) dentin. Sisa enamel setelah *cavity preparation* masih kuat, didukung dengan baik oleh dentin, dan tidak akan rusak karena beban *occlusal* yang normal, sehingga struktur gigi yang tersisa cukup kuat untuk mendukung restorasi.
- Size 3 = *cavity enlarged* (meluas) dan sisa struktur gigi melemah. *Cusps* atau *incisal edges* retak, atau mungkin akan rusak karena beban *occlusal* atau *incisal*. *Cavity* perlu diperluas (*enlarged*) lebih jauh, sehingga restorasinya bisa di desain untuk mendukung dan melindungi sisa struktur gigi.
- Size 4 = karies *extensive* (luas) dengan banyak kehilangan struktur gigi.

2.3.3 Etiologi Karies

Karies gigi disebabkan oleh multifaktor, yaitu *plaque* mikroorganisme, substrat, *host*, dan waktu (Gambar 2.8). Karies terjadi jika keempat faktor tersebut bereaksi bersama. Faktor-faktor etiologi karies dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.8 Faktor Penyebab Karies Gigi (Samaranayake, 2006)

2.3.3.1 *Plaque* Mikroorganisme

Mikroorganisme dalam bentuk *plaque* gigi merupakan prasyarat untuk perkembangan karies gigi. *Streptococcus mutans* merupakan bakteri penyebab karies. Jumlah bakteri yang tinggi ($>10^6/\text{ml}$) dalam *saliva* merupakan risiko

terhadap karies. *Streptococcus mutans* sangat *acidogenic* dan *aciduric*. *Streptococcus mutans* menurunkan pH *plaque* hingga di bawah 5,5 sehingga menginisiasi demineralisasi enamel (Samaranayake, 2006). Bakteri *cariogenic* mampu memetabolisme gula menjadi asam (*acidogenic*), hidup dan tumbuh dalam kondisi pH rendah (*aciduric*), serta mampu mensintesis polisakarida intra dan ekstraseluler (Samaranayake, 2006).

2.3.3.2 Substrat

Substrat merupakan karbohidrat yang terfermentasi. Terdapat hubungan langsung antara karies gigi dengan konsumsi karbohidrat. Karbohidrat terdiri dari sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Frekuensi makan gula lebih berpengaruh daripada jumlah gula yang dikonsumsi. Gula yang paling *cariogenic* adalah sukrosa. Sukrosa mudah larut dan berdifusi ke *plaque* gigi. Sukrosa bertindak sebagai substrat untuk produksi polisakarida ekstraseluler dan asam. *Streptococcus cariogenic* menghasilkan *glucan* yang tidak larut air dari sukrosa. *Glucan* berfungsi memfasilitasi adhesi awal organisme ke permukaan gigi, juga sebagai sumber nutrisi dan matriks untuk pembentukan *plaque* lebih lanjut. *Polyol carbohydrate* dan *sugar alcohols* (misalnya *xylitol*) dengan *cariogenicity* yang rendah telah diproduksi dan dikenal sebagai pengganti gula dalam bentuk permen karet (Samaranayake, 2006).

2.3.3.3 Host

2.3.3.3.1 Struktur Gigi

Struktur enamel dan dentin merupakan hal yang penting dalam terjadinya karies. Bagian tertentu pada sebuah gigi bisa lebih rentan terserang karies daripada bagian lainnya. Sementum dan dentin lebih rentan terkena karies daripada enamel. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan mineral yang

menyusunnya. Komposisi mineral yang terdapat pada sementum dan dentin lebih rendah daripada enamel (Melfi *and* Alley, 2000; Samaranayake, 2006).

2.3.3.3.2 Komposisi dan Kecepatan Aliran *Saliva*

Aksi pembersihan secara mekanis oleh *saliva* merupakan mekanisme yang efektif untuk menghilangkan debris makanan dan mikroorganisme oral yang tidak menempel. *Saliva* mempunyai kemampuan *buffering* yang bisa menetralkan asam yang diproduksi oleh *plaque* bakteri pada permukaan gigi. *Saliva* bercampur dengan ion kalsium dan fosfor sehingga mempunyai kemampuan remineralisasi lesi *white spot*. *Saliva* juga berfungsi sebagai alat transportasi bagi *fluoride* (Samaranayake, 2006).

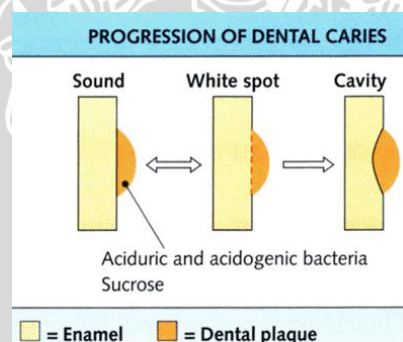
2.3.3.4 Waktu

Secara umum, karies dianggap sebagai penyakit kronis pada manusia yang berkembang dalam waktu beberapa bulan atau tahun (Ambarwati, 2012).

2.3.4 Patogenesis Karies

Metabolisme bakteri terhadap karbohidrat sangat penting dalam etiologi karies karena menghasilkan produk akhir berupa asam yang bertanggung jawab untuk demineralisasi enamel. Proses ini dimulai ketika sukrosa dipecah oleh enzim ekstraseluler bakteri seperti *glucosyl transferase* yang membebaskan glukosa dan *fructosyl transferase* membebaskan fruktosa. Monosakarida ini kemudian diubah menjadi polisakarida berupa *glucan* dan *fructan* yang larut air ataupun yang tidak larut dalam air. *Glucan* sebagian besar digunakan sebagai sumber utama makanan bakteri. *Fructan* yang tidak larut air membentuk matriks *plaque* yang memfasilitasi adhesi dan agregasi bakteri serta sebagai sumber makanan ekstraseluler (Samaranayake, 2006).

Proses terjadinya karies diawali dengan adanya *Streptococcus mutans* dan karbohidrat sebagai makanannya, kemudian terjadi metabolisme karbohidrat sehingga *Streptococcus mutans* bisa berkembang biak. *Streptococcus mutans* yang telah berkembang biak dalam jumlah banyak disertai adanya karbohidrat berupa gula sukrosa atau glukosa akan membentuk endapan *plaque* pada gigi dan terjadi fermentasi karbohidrat secara terus-menerus. Fermentasi karbohidrat akan menghasilkan asam, kemudian asam menurunkan pH *plaque* dalam waktu 1-3 menit. Zat asam tersebut mampu melarutkan garam kalsium gigi secara perlahan (demineralisasi), kemudian terbentuk kavitas yang sering disebut dengan karies gigi (Guyton and Hall, 2006; Kidd *et al.*, 2003; Bagg *et al.*, 2006). Perkembangan lesi karies gigi dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.9 Perkembangan Karies Gigi (Bagg *et al.* 2006)

2.3.5 Pencegahan Karies

Pendekatan utama untuk mencegah karies adalah dengan cara sebagai berikut (Samaranayake, 2006):

2.3.5.1 Penggantian Gula

Menghentikan atau mengurangi konsumsi karbohidrat dalam bentuk camilan, atau menggantinya dengan pemanis buatan *non cariogenic* merupakan

hal yang bisa dilakukan untuk mencegah terjadinya karies. Pemanis buatan atau pengganti gula tidak dapat diserap dan dimetabolisme untuk menghasilkan asam oleh *plaque* bakteri. Pengganti gula yang tersedia sebagai berikut:

- (1) Pemanis bernutrisi dengan kalori, misalnya gula alkohol, sorbitol, *xylitol*, *lycasin* (sirup dari tepung jagung).
- (2) Pemanis nonnutrisi, misalnya sakarin dan *aspartam*.

2.3.5.2 Fluoridation

Fluoride berfungsi untuk meningkatkan kekerasan enamel, sehingga struktur gigi menjadi kurang larut terhadap serangan asam. Bila diberikan secara *sistemik* selama masa kanak-kanak *fluoride* akan berguna untuk *amelogenesis*. Penggunaan *fluoride* yang paling baik adalah sebagai air minum (pada konsentrasi 1 ppm). Tablet dan *topical* aplikasi gel *fluoride* atau pasta gigi *fluoride* dapat digunakan jika penggunaan air tidak efektif. Ion *fluoride* memiliki efek *anticariogenic* dengan cara:

- (1) Mengganti kelompok hidroksil dalam *hydroxyapatite* dan membentuk *fluoroapatite*, yang kurang larut dalam asam selama *amelogenesis*.
- (2) Remineralisasi lesi karies dini di enamel dan dentin.
- (3) Memodulasi metabolisme *plaque* dengan cara mengganggu permeabilitas membran bakteri, mengurangi glikolisis, menghambat sintesis polisakarida intraseluler terutama glikogen.

2.3.5.3 Pit and Fissure Sealant

Sealant berfungsi untuk melindungi daerah gigi yang rentan karies (misalnya *pit* dan *fissure*). Daerah tersebut sulit dijaga kebersihannya dari *plaque* walaupun sudah dilakukan tindakan *oral hygiene* secara rutin. *Sealant* bekerja

dengan cara menghilangkan daerah stagnasi dan memblokir rute potensial infeksi.

2.3.5.4 Kontrol Bakteri *Cariogenic*

Kontrol bakteri perlu dilakukan sehingga walaupun terdapat sukrosa, produksi asam akan minimum. Beberapa hal yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

2.3.5.4.1 Pembersihan Secara Mekanik

Menyikat gigi secara konvensional dengan pasta gigi yang mengandung *fluoride* adalah hal yang sering dilakukan. Namun hal tersebut tidak begitu berhasil dalam mengurangi insiden karies karena tergantung pada motivasi dan keterampilan pasien, sehingga perlu ditambahkan *flossing* dan penggunaan sikat interdental.

2.3.5.4.2 Menggunakan Agen Antimikroba

Chlorhexidine 0,2% sebagai obat kumur adalah antimikroba yang efektif untuk kontrol *plaque* bakteri. *Chlorhexidine* mengganggu membran sel, permeabilitas dinding sel bakteri, dan perlekatan bakteri ke gigi sehingga mengurangi tingkat akumulasi *plaque*. Namun hal tersebut menimbulkan pewarnaan pada gigi dan rasanya tidak enak, sehingga *chlorhexidine* hanya digunakan untuk terapi jangka pendek.

2.4 Antimikroba

Antimikroba adalah obat pembasmi mikroba, khususnya mikroba yang merugikan manusia (Tanu, 2007). Mikroba yang dimaksud terbatas pada organisme individual yang umumnya sangat kecil dan hanya bisa dilihat melalui

mikroskop. Istilah mikroba menunjuk pada virus, bakteri, jamur, alga, dan protozoa (Marcovitch, 2005).

2.4.1 Aktivitas Antimikroba

Berdasarkan sifat *toksitas* selektif, antimikroba yang bersifat menghambat pertumbuhan mikroba dikenal sebagai aktivitas bakteriostatik dan yang bersifat membunuh mikroba dikenal sebagai aktivitas bakterisid. Kadar minimum yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan mikroba atau membunuhnya, masing-masing dikenal sebagai Kadar Hambat Minimum (KHM) dan Kadar Bunuh Minimum (KBM). Antimikroba tertentu aktivitasnya dapat meningkat dari bakteriostatik menjadi bakterisid bila kadar antimikrobanya ditingkatkan melebihi KHM (Tanu, 2007).

2.4.2 Mekanisme Kerja Antimikroba

2.4.2.1 Antimikroba yang Menghambat Metabolisme Sel Mikroba

Mikroba membutuhkan asam *folat* untuk kelangsungan hidupnya. Berbeda dengan mamalia yang mendapatkan asam *folat* dari luar, kuman patogen harus mensintesis sendiri asam *folat* dari asam amino benzoat (PABA) untuk kebutuhan hidupnya. Mekanisme penghambatan metabolisme ini diperoleh efek bakteriostatik (Tanu, 2007).

2.4.2.2 Antimikroba yang Menghambat Sintesis Dinding Sel Mikroba

Dinding sel bakteri terdiri dari *peptidoglycan* yaitu suatu kompleks polimer *mukopeptidae* (glikopeptida). Tekanan osmotik di dalam sel kuman lebih tinggi daripada di luar sel sehingga terjadi kerusakan dinding sel kuman dan mengakibatkan terjadinya lisis. Proses ini merupakan dasar efek bakterisid terhadap kuman yang peka terhadap antimikroba tersebut (Tanu, 2007).

2.4.2.3 Antimikroba yang Mengganggu Keutuhan Membran Sel Mikroba

Kerusakan membran sel mengakibatkan keluarnya berbagai komponen penting dari dalam sel mikroba, yaitu protein, asam nukleat, *nukleotida*, dan komponen yang lainnya (Tanu, 2007).

2.4.2.4 Antimikroba yang Menghambat Sintesis Protein Sel Mikroba

Sintesis protein berlangsung di ribosom, dengan bantuan mRNA dan tRNA. Pada bakteri, ribosom terdiri dari dua subunit, yang berdasarkan konstanta sedimentasi dinyatakan sebagai ribosom 30S dan 50S. Untuk berfungsi pada sintesis protein, kedua komponen ini akan bersatu pada pangkal rantai mRNA menjadi ribosom 70S. Penghambatan sintesis protein terjadi dengan berbagai cara. Pertama, antimikroba berikatan dengan komponen ribosom 30S dan menyebabkan kode pada mRNA salah dibaca oleh tRNA, akibatnya akan terbentuk protein yang abnormal dan nonfungsional bagi sel mikroba. Kedua, antimikroba berikatan dengan komponen ribosom 50S dan menghambat translokasi kompleks tRNA-peptida dari lokasi asam amino ke lokasi peptida, akibatnya rantai polipeptida tidak dapat diperpanjang karena lokasi asam amino tidak dapat menerima kompleks tRNA-asam amino yang baru (Tanu, 2007).

2.4.2.5 Antimikroba yang Menghambat Sintesis Asam Nukleat Sel Mikroba

Antimikroba berikatan dengan enzim *polimerase*-RNA (pada subunit) sehingga menghambat sintesis RNA dan DNA oleh enzim tersebut. Mekanisme lain dengan cara menghambat enzim DNA-*girase* pada kuman yang fungsinya menatap kromosom yang sangat panjang menjadi bentuk spiral hingga bisa muat dalam sel kuman yang kecil (Tanu, 2007).

2.5 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan salah satu cara pemisahan senyawa organik dari tumbuhan atau mikroorganisme (Kurniawati, 2008). Ekstraksi adalah penarikan zat yang dapat larut dari bahan yang tidak larut dengan pelarut air. *Simplisia* yang disari mengandung zat aktif yang dapat larut dan zat aktif yang tidak larut seperti serat karbohidrat, protein dan lain-lain (Haptiasari, 2009). Senyawa aktif yang terkandung dalam *simplisia* dapat digolongkan ke dalam golongan *alkaloid*, *flavonoid*, dan lain-lain (Kurniawati, 2008).

Ekstrak adalah sediaan kering, kental, atau cair dibuat dengan menyari *simplisia* nabati atau hewani menurut cara yang cocok, di luar pengaruh cahaya matahari langsung. Pemilihan terhadap metode ekstraksi disesuaikan dengan kepentingan dalam memperoleh sari yang baik (Haptiasari, 2009). Ada beberapa metode ekstraksi yang umum dan biasa digunakan yaitu :

2.5.1 Ekstraksi dengan Menggunakan Pelarut

2.5.1.1 Cara Dingin

2.5.1.1.1 Maserasi

Maserasi adalah proses pengekstraksian sederhana dengan cara merendam sampel dalam pelarut selama waktu tertentu yang dilakukan pada suhu kamar, sehingga sampel menjadi lunak dan larut. Jumlah pelarut yang dipakai tergantung pada banyaknya sampel. Cara ini dapat menarik zat-zat berkhasiat yang tahan pemanasan maupun yang tidak tahan pemanasan (Kurniawati, 2008).

Proses maserasi biasanya menggunakan etanol sebagai cairan pengekstraksinya, karena etanol tidak menyebabkan pembengkakan membran sel. Etanol sangat efektif dalam menghasilkan jumlah bahan aktif yang optimal,

dimana bahan bebas hanya sedikit yang ikut ke dalam cairan pengekstraksi. Maserasi biasanya dilakukan pada suhu 15-20° C dalam waktu 3 hari sampai bahan-bahan yang larut melarut. Maserasi dapat pula dilakukan dengan cara memasukkan 10 bagian *simplicia* dengan derajat halus yang cocok ke dalam bejana, lalu dituangi dengan 75 bagian cairan penyari, ditutup, dan dibiarkan selama 5 hari terlindung dari cahaya, sambil berulang-ulang diaduk, sari kemudian diserikai, ampas diperas, kemudian dicuci dengan cairan penyari secukupnya sehingga diperoleh 100 bagian (Haptiasari, 2009).

Keuntungan dari cara maserasi adalah pekerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan. Kerugian dari cara ini adalah dibutuhkan waktu yang lama (Haptiasari, 2009).

2.5.1.1.2 Perkolasi

Istilah *perkolasi* berasal dari bahasa Latin *per* yang artinya melalui dan *colare* yang artinya merembes (Haptiasari, 2009). *Perkolasi* adalah proses pengekstraksian dengan melewati pelarut yang sesuai secara lambat pada sampel dalam suatu *perkolator* (Kurniawati, 2008). Ekstrak yang telah dikumpulkan disebut *perkolat* (Haptiasari, 2009). Zat berkhasiat yang rusak atau tidak rusak dengan pemanasan dapat tertarik seluruhnya, tetapi dibutuhkan pelarut yang lebih banyak (Kurniawati, 2008).

2.5.1.2 Cara Panas

2.5.1.2.1 Soxhletasi

Soxhletasi adalah proses pengekstraksian dengan memakai pelarut organik dengan menggunakan alat *soxhlet*. Pengekstraksian dilakukan berulang-ulang sehingga lebih sempurna dan pelarut yang digunakan relatif sedikit (Kurniawati, 2008). Adanya pemanasan menyebabkan pelarut menguap

ke atas, kemudian pendingin udara akan mengembunkan menjadi tetesan yang akan terkumpul kembali dan bila akan melewati batas lubang pipa samping *soxhlet* akan terjadi sirkulasi. Sirkulasi yang berulang akan menghasilkan penyarian yang baik (Haptiasari, 2009).

Keuntungan penyarian dengan alat *soxhlet* adalah (Haptiasari, 2009):

- a. Cairan penyari yang diperlukan lebih sedikit dan secara langsung diperoleh hasil yang lebih pekat.
- b. Serbuk *simplisia* disari oleh cairan penyari yang selalu baru, sehingga dapat menarik zat aktif yang lebih banyak.
- c. Penyarian dapat diteruskan sesuai dengan keperluan, tanpa menambah volume cairan penyari.

Kerugian penyarian dengan alat *soxhlet* adalah (Haptiasari, 2009):

- a. Cairan penyari dipanaskan terus menerus, sehingga zat aktif yang tidak tahan pemanasan kurang cocok disari dengan cara ini.
- b. Cairan penyari dididihkan terus menerus, sehingga cairan penyari yang baik harus murni

2.5.1.2.2 *Digestasi*

Digestasi adalah proses pengekstraksian yang hampir sama dengan maserasi tapi dengan menggunakan pemanasan pada suhu 30⁰-40⁰ C. Cara ini digunakan untuk sampel pada suhu biasa tidak tersari dengan baik. Jika pelarut yang digunakan mudah larut pada suhu kamar maka dapat digunakan alat pendingin tegak (Kurniawati, 2008).

2.5.1.2.3 *Dekoktasi* dan Infus

Sediaan cair dibuat dengan mengekstraksi *simplisia* nabati dengan air pada suhu 90⁰ C selama 15-20 menit untuk infus sedangkan dekoktasi 30 menit

dengan suhu $\geq 30^{\circ}$ C dan suhunya sampai titik didih (Kurniawati, 2008).

Penyarian dengan cara ini menghasilkan sari yang tidak stabil dan mudah tercemar oleh bakteri dan jamur (Haptiasari, 2009).

2.5.1.2.4 Refluks

Refluks adalah ekstraksi dengan pelarut pada suhu titik didihnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Biasanya dilakukan pengulangan sampai 3-5 kali sehingga dapat termasuk proses ekstraksi sempurna (Kurniawati, 2008).

2.5.2 Destilasi Uap

Destilasi uap adalah ekstraksi senyawa kandungan menguap (minyak atsiri) dari bahan (*simplisia*) dengan uap air berdasarkan peristiwa tekanan parsial senyawa kandungan menguap dengan fase uap air dari kental secara kontinu sampai sempurna dan di akhiri dengan kondensasi fase uap campuran (senyawa kandungan menguap ikut *terdestilasi*) menjadi *destilat* air bersama senyawa kandungan yang memisah sempurna atau memisah sebagian (Kurniawati, 2008).

2.6 Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri mempunyai tujuan mengukur aktivitas daya antibakteri dari suatu senyawa kimia terhadap bakteri dan menentukan konsentrasi suatu antibakteri terhadap cairan tubuh atau jaringan. Uji aktivitas antibakteri untuk menentukan kepekaan suatu bakteri patogen (Odianti, 2010).

Metode yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

2.6.1 Difusi Agar

Media yang dipakai adalah *agar Mueller Hinton* (Putri, 2010). Pada metode *difusi* ini ada beberapa cara, yaitu:

2.6.1.1 Cara *Kirby Bauer*

Beberapa koloni kuman dari pertumbuhan 24 jam diambil, disuspensikan ke dalam 0,5 ml *Brain Heart Infusion* (BHI) cair, diinkubasikan 5-8 jam pada 37°C. Suspensi ditambah akuades steril hingga kekeruhan tertentu sesuai dengan standar Brown dengan konsentrasi bakteri 10⁸ CFU/ml. Kapas lidi steril dicelupkan ke dalam suspensi bakteri lalu ditekan-tekan pada dinding tabung hingga kapasnya tidak terlalu basah, kemudian dioleskan pada permukaan media agar hingga rata. Kemudian kertas samir (*disk*) yang mengandung antibakteri diletakkan di atasnya, diinkubasi pada 37°C selama 18-24 jam, hasilnya dibaca (Putri, 2010):

- a. **Zona radikal** yaitu suatu daerah di sekitar *disk* dimana sama sekali tidak ditemukan adanya pertumbuhan bakteri. Potensi antibakteri diukur dengan mengukur diameter dari zona radikal.
- b. **Zona *irradikal*** yaitu suatu daerah di sekitar *disk* dimana pertumbuhan bakteri dihambat oleh antibakteri tetapi tidak dimatikan.

2.6.1.2 Cara *Sumuran*

Beberapa koloni kuman dari pertumbuhan 24 jam diambil, disuspensikan ke dalam 0,5 ml *Brain Heart Infusion* (BHI) cair, diinkubasi pada 37°C selama 5-8 jam. Suspensi ditambah akuades steril hingga kekeruhan tertentu sesuai dengan standar konsentrasi bakteri 10⁸ CFU per ml. Kapas lidi steril dicelupkan ke dalam suspensi bakteri lalu ditekan-tekan pada dinding tabung hingga kapasnya tidak terlalu basah, kemudian dioleskan pada permukaan media agar hingga rata.

Media agar dibuat *sumuran* dengan garis tengah tertentu, larutan antibakteri diteteskan ke dalam *sumuran*, diinkubasi pada 37⁰ C selama 18-24 jam. Hasilnya dibaca seperti *Kirby Bauer* (Putri, 2010).

2.6.1.3 Cara *Pour Plate*

Beberapa koloni kuman dari pertumbuhan 24 jam diambil, disuspensikan ke dalam 0,5 ml *Brain Heart Infusion* (BHI) cair, diinkubasi 37⁰ C selama 5-8 jam. Suspensi ditambah akuades steril hingga kekeruhan tertentu sesuai dengan standar konsentrasi bakteri 10⁸ CFU per ml. Suspensi bakteri diambil satu mata ose dan dimasukkan ke dalam 4 ml *agar base* 1,5% yang mempunyai suhu 50⁰ C. Setelah suspensi kuman tersebut homogen dituang ke dalam media *agar Mueller Hinton*, ditunggu sebentar sampai agar tersebut membeku, *disk* diletakkan di atas media dan diinkubasi 15-20 jam dengan suhu 37⁰ C. Hasil dibaca sesuai dengan standar masing-masing antibakteri (Putri, 2010).

2.6.2 *Dilusi*

Metode ini untuk mengukur MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*) atau KHM (Kadar Hambat Minimum) dan MBC (*Minimum Bacterisidal Concentration*) atau KBM (Kadar Bunuh Minimum) (Prasetyawan, 2011). Antibakteri dilarutkan dengan kadar yang dapat menghambat atau mematikan bakteri pada tahap akhir (Odianti, 2010). Metode ini menggunakan antibakteri dengan kadar yang menurun secara bertahap, baik dengan media cair atau agar. Kemudian media diinokulasi bakteri uji dan dieramkan (Odianti, 2010).

2.6.2.1 *Dilusi Tabung*

Metode *dilusi* tabung adalah metode untuk menentukan konsentrasi minimum dari suatu antibakteri yang dapat menghambat atau membunuh mikroorganisme (Prihartono, 2010). Uji kepekaan cara *dilusi* tabung

menggunakan tabung reaksi ataupun *microdilution plate* (Odianti, 2010). Suspensi bakteri yang diujikan pada metode dilusi tabung memiliki konsentrasi 10^6 CFU/ml (Nurhanafi dkk., 2012). Cara yang dilakukan adalah dengan membuat seri pengenceran agen antibakteri pada media cair yang ditambahkan dengan bakteri uji (Puspitasari, 2011). Aktivitas antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri ditunjukkan dengan ketidaksamaan adanya kekeruhan (Odianti, 2010). Larutan uji agen antibakteri pada kadar terkecil yang terlihat jernih tanpa ada pertumbuhan bakteri uji ditetapkan sebagai KHM (Puspitasari, 2011). Nilai KBM diperoleh dari penghitungan jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media padat dengan ketentuan $\leq 0,1\%$ *Original Inoculum* (Nurhanafi dkk., 2012). Keuntungan uji *mikrodilusi* tabung adalah bahwa uji ini memberi hasil kuantitatif yang menunjukkan jumlah antibakteri yang dibutuhkan untuk mematikan bakteri (Odianti, 2010).

2.6.2.2 *Dilusi Agar*

Metode ini serupa dengan *dilusi* tabung namun perbedaannya pada media yaitu dengan media padat (Prasetyawan, 2011). Metode dilusi untuk mengetahui konsentrasi hambat minimum suatu tanaman obat terhadap bakteri (Noor, 2006). Cara yang dilakukan adalah dengan membuat seri pengenceran agen antibakteri (Puspitasari, 2011). Pada *dilusi* agar tiap konsentrasi antibakteri dicampur dengan media agar, lalu ditanami suspensi bakteri (Prasetyawan, 2011). Kadar terkecil dari enceran ekstrak yang tidak menunjukkan pertumbuhan koloni adalah sebagai Kadar Hambat Minimum (Gholib, 2008). Keuntungan metode ini satu konsentrasi agen bakteri dapat digunakan untuk beberapa bakteri uji (Puspitasari, 2011).